

MTA Központi Fizikai Kutató Intézet

Rendszertechnikai megfontolások kisszámítógépes interaktív EKG
diagnosztikai rendszer software fejlesztésében

Bolyky János és Szabó András

Bevezetés

A különféle szív- és érrendszeri elváltozások morbiditási statisztikáinak riasztó adatai a hatékony megelőzést, a lakosság szűrését, de a klinikai diagnosztikát is segítő számítógépes integrált kardiológiai diagnosztikai rendszerek egészségügyi hálózatba való bevezetése felé mutatnak.

Felismerve a számítógépes mérésadatgyűjtő és feldolgozó rendszerek alkalmazhatóságának lehetőségét, általában orvosbiológiai téren, szűkebben a kardiológiai diagnosztikában is világszerte intenzív kutatások folynak számítógépek diagnosztikai célú felhasználására.

Az eredmények (1), (2), (3), (4) áttekintése azonban azt mutatja, hogy a számítógépes orvosbiológiai mérésadatgyűjtő és feldolgozó rendszerek konstrukciója még sok szempontból kimunkálatlan.

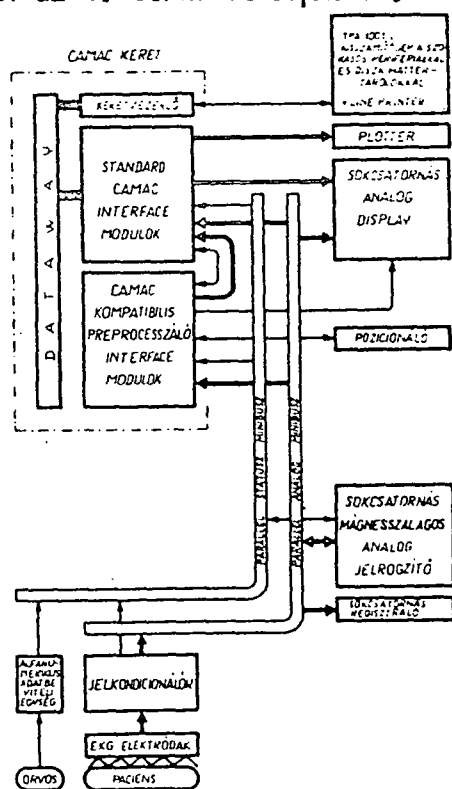
Az alkalmazott alapsoftware eszközök specifikációja a számítógép megválasztásával jórészt adottnak tekinthető. Az orvosbiológiai terület speciális igényeinek kielégítésére a software rendszerek általában nincsenek fölkészítve. Az itt folyó kutató-fejlesztő munka, de a bevezetett rendszerek célszerű, pl. interaktív kiépítése is joggal igényelné azt, hogy a mérésadatgyűjtő-feldolgozó rendszer teljes mélységű használata magasszintű, problémaorientált, "emberközelí" nyelven valósulhasson meg.

A KFKI-ban folyó orvosbiológiai kutatások egyik célja egy számítógépes integrált kardiológiai diagnosztikai rendszer kifejlesztése (6). A kutatások során így szükségszerűen a fentiekben vázolt kérdések jó részét meg kellett válaszolni, természetesen mindig szem előtt tartva a konkrét diagnosztikai területigényeit. Az integrált kardi-

ológiai diagnosztikai rendszer egyik fontos összetevője az a kis-számítógépes interaktív EKG diagnosztikai rendszer, melynek fejlesztésében az ismertetésre kerülő rendszertechnikai megfontolások alapvetőek voltak.

1. Kiszámítógépes interaktív EKG diagnosztikai rendszer

Egy kisszámítógépes interaktív EKG diagnosztikai rendszer hardware kiépítését az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra

Kisszámítógépes interaktív EKG diagnosztikai rendszer hardware

Az alkalmazott számítógép TPA 1001/i típusu, operatív memóriája 16k. Az alap perifériákon kívül egy sornyomató, gyors háttértárolóként pedig egy 128k kapacitású diszk alkotja a rendszer hardware alapját.

A moduláris felépítésű, sinorientált, keretszervezésű, számítógép típustól független CAMAC rendszer ésszerű módosításokkal és

kiegészítésekkel került alkalmazásra. Ennek megfelelően az interface rendszer "kétlépcsős" kialakításu (5),(7),(8). Az egyik lépcsőt a CAMAC rendszer feladatfüggetlen, célszerűen tovább már nem bontható funkciókat megvalósító standard interface moduljai alkotják. Az interface rendszer másik lépcsőjét CAMAC kompatibilis, a számítógéppel csak a standard egységeken keresztül kapcsolatban levő célorientált interface modulok alkotják. Ezek az egységek maximálisan feladat-specifikusak, feladatuk a kisszámítógép tehermentesítése érdekében általában preprocesszási funkciók ellátása (pl. referencia időpontok kiválasztása, mintavételvezérlés, hitelesítés stb.).

A CAMAC rendszer ilyen kétlépcsős kialakítása - amellett, hogy megtartja a modularitás minden előnyét és jelentős megtakarítást tesz lehetővé az elektronikai konstrukcióban - az alapja a célszerű hardware-software arány megválasztásának.

Az analóg (fiziológiai) jelek és a digitális státusz információ busz szervezésű jelforgalomban teszi lehetővé a sokcsatornás mágnesszalagos analóg jelrögzítő segítségével az on/off-line működést.

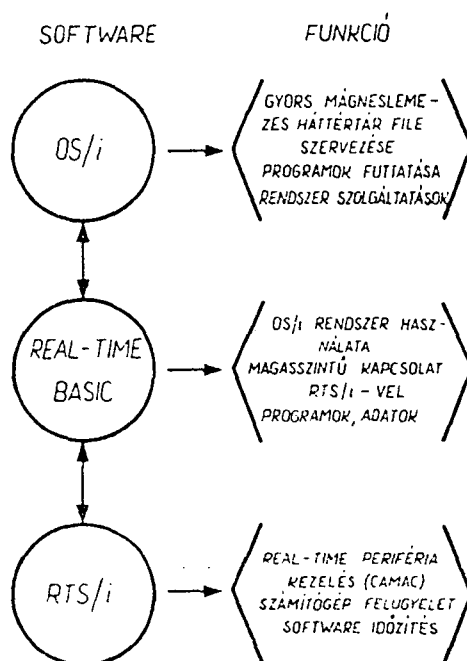
A sokcsatornás analóg display alkalmazása a rendszerben hármas célt szolgál. Lehetővé teszi felvételek készítése közben a sokcsatornás monitorozást, mérésadatgyűjtés közben a számítógépbe jutott információ vizuális kontrollját, interaktív processzálnál a pozicionáló egység segítségével egy nagyméretű képernyőn megjelenített EKG jel diagnosztikai szempontból kitüntetett pontjainak, jelszakaszainak meghatározását.

A páciens EKG jelei az elektródákról egy moduláris felépítésű kardiológiai jelkondicionáló egységbe, onnan a későbbi hitelesítést lehetővé tevő státuszinformációval együtt a PARALLEL ANALOG, ill. STÁTUSZ MINIBUSZ-ra kerülnek. A felvételek jegyzőkönyvezését a jövőben az orvos a kísérő információk jelrögzítőre való fölvételével végzi az alfanumerikus adatbeviteli egység segítségével.

II. A kisszámítógépes interaktív EKG diagnosztikai rendszer alapsoftware háttere

Az orvosi biológiai terület felhasználói igényei az alapsoftware eszközök fejlesztésében is számos feladatot hoztak.

A viszonylag nagy kezelendő adathalmaz, a kifejlesztett EKG diagnosztikai programrendszer bonyolultsága és hossza egyfelől, a kisháztartó és a diszk csekély memória kapacitása másfelől, jelentette a feladat egyik nehézségét. A másik, nem kevesebb feladatot jelentő fontos szempont az volt, hogy a mérésadatgyűjtés és a diagnosztikai célú feldolgozás összes funkciója egységes rendszerben, magas szintű nyelven legyen elérhető. (A klinikus, de még a kutató orvos is joggal várja el, hogy különösebb számítástechnikai, műszaki előképzettség nélkül is teljes mélységben használhasson egy mérésadatgyűjtő és feldolgozó rendszert.)



2. ábra

Kisháztartós interaktív EKG diagnosztikai rendszer alapsoftware háttere

A 2. ábrán a kisháztartós interaktív EKG diagnosztikai rendszer alapsoftware vázlata látható a legfontosabb funkciókkal.

Az alapsoftware eszköz alapvetően két elemből tevődik össze, az általános célú OS/i, és a real-time feladatokat elvégző RTS/i rendszerből. A két rendszer között a kapcsolatot a magas szintű real-time BASIC nyelv biztosítja.

1. Az OS/i operációs rendszer

Az OS/i rendszert kiterjedt programkönyvtára révén programfejlesztési eszköznek használtuk. Ezen kívül ez a rendszer vezérli és szervezi a gyors mágneslemez háttértárat (diszk), felügyelete alatt kerülnek információk és programok file formájában eltárolásra, ill. lehet ezeket file nevük alapján visszakeresni.

Az OS/i operációs rendszer vezérlése alatt működnek a BASIC magas szintű nyelv programjai. Ezek is a diszken foglalnak helyet, szükség esetén az operációs rendszer szolgáltatásai segítségével a számítógép memóriájába tölthetők és futtathatók.

Az OS/i rendszer és a BASIC képes már igen kis központi egységgel rendelkező számítógépen is működni. Ezt egy további OS/i alapszolgáltatás segítségével, a program láncolással érhetjük el. Ugyanigy ezen szolgáltatás igénybevételével lehet a memória kapacitást messze meghaladó BASIC nyelvű felhasználói programokat is futtatni.

2. Az RTS/i real-time rendszer

Ez az operációs rendszer egy fix prioritású, moduláris, gyors és igen kicsi real-time rendszer, melynek segítségével több feladat egyidejűleg történő végrehajtása, a feladatok fontosságuk alapján történő rangsorolása és a real-time CAMAC perifériák kezelése valósítható meg.

Jelen felhasználásban az RTS/i gondoskodik még a rendszer újrafelélesztéséről áramkimaradás után, ellenőrzi a számítógép esetleges hardware meghibásodását és hozza létre a rendszerben szükséges software időzítéseket.

A rendszer alapszolgáltatásai mellett lehetőséget nyújt speciális, alkalmazásorientált felhasználói programok megírására, beillesztésére és működtetésére. Ilyen programok közvetlenül az RTS/i-ben helyezkednek el és assembler nyelven írhatók meg. Az interaktív EKG diagnosztikai rendszerben erre a lehetőségre példaként említhetjük a sokcsatornás mérésadatgyűjtést és tárolást, ugyanis ezt a bonyolult műveletet is egy egyszerű, BASIC típusú utasítással tettük elérhetővé.

3. A REAL-TIME BASIC

Nagyobb volumenű, valamint nagymértékben számításokat végző programok megírása célszerűen egy magas szintű nyelven történik. Az OS/i rendszerben a FORTRAN és a FOKAL nyelveket mellőzve a nagysebességű és igen egyszerűen kezelhető, hatékonyan interaktív ember-gép kapcsolatban működő BASIC nyelvet választottuk a feladat megoldás magas szintű nyelvévé.

Egyfelől a BASIC, mint OS/i rendszerprogram lehetőséget nyújt az OS/i teljes "fegyvertárának" használatára, így a programfejlesztésre, az adatok és programok kényelmes tárolására a mágneslemez háttértáron, valamint a hosszú programok szegmentálására. Másfelől alkalmas olyan bővítésekkel való kiegészítésekre is, amelyek a kényelmes magas szintű kapcsolatot biztosítják az RTS/i felé. Ezek a bővítések - melyek formálisan speciális felhasználói függvények beépítését jelentették a BASIC-be - lehetőséget nyújtanak az RTS/i real-time szolgáltatásainak igénybevételére a BASIC-ből.

A legfontosabb ilyen szolgáltatások a CAMAC kezelésével kapcsolatosak. Lehetőség van a BASIC ezen új függvényei segítségével a CAMAC rendszer teljes mélységű használatára. A CAMAC-on keresztül beérkező adatok automatikusan konvertálódnak a BASIC számára használható formátumba, és fordítva, BASIC adatokat lehet közvetlenül kiadni a CAMAC moduloknak.

Egy másik igen fontos RTS/i-BASIC kapcsolat a real-time mérésadatgyűjtéssel kapcsolatos. Itt arra van lehetőség, hogy a BASIC programból az adott pillanatban egy mérésadatgyűjtési parancsot adhassunk ki, amely a műveletet meghatározó kiegészítő információkkal együtt egy gyors, az RTS/i alatt működő programot indít. Ez az assembler nyelven megírt program a számítógép sebességével hajtja végre a feladatot. Az adatokat az OS/i rendszerhez kompatibilis, és így a BASIC számára hozzáférhető formában helyezi el a háttértáron, majd visszaadja a vezérlést a BASIC programnak.

A mért adatok feldolgozása, kiértékelése és megjelenítése ismét a magas szintű nyelven megírt program segítségével történik.

Hasonlóan, a CAMAC rendszer és a REAL-TIME BASIC nyelv szolgáltatásai segítségével szervezhető egyszerűen és hatékonyan az interaktív processzálas is.

III. Kiszámítógépes interaktív EKG diagnosztikai rendszer felhasználói software

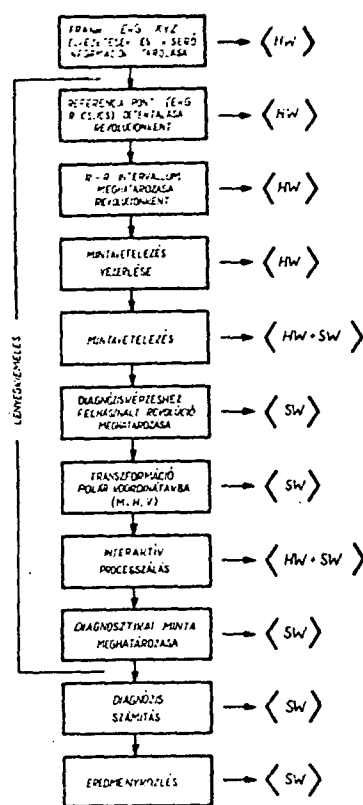
A kardiológiai diagnosztikában alapvető jelentőségű EKG analízisnek különféle gépi interpretációi úgy hardware, mint software feladatot tekintve nem egyszerűek.

A vázolt hardware konfiguráció és alapsoftware eszköz segítségével azonban - igen kicsiny hardware kapacitással - pl. ez a feladat is megoldható volt. Bár jelen dolgozatnak nem tárgya az alkalmazott diagnosztikai eljárás ismertetése, a 3. ábrán, a hardware-software arány illusztrálására áttekinthetjük a diagnózis képzés folyamatát. Az ábra egyes blokkjai az elvégzendő műveleteket, a zárójeles kifejezések pedig azt jelzik, hogy a kérdéses művelet hardware vagy software módon valósul-e meg. Természetesen durva elhatárolás ebből a szempontból nem lehetséges, ugyanis a rendszer - integráltságánál fogva - szinte mindig a hardware és a software együttes működése eredményeként hajt végre egy-egy műveletet. Külön említést érdemel az ábrán "lényegkiemelés" néven elhatárolt rész, ahol a bonyolult funkciók tipikusan hardware-software együttesben valósulnak meg.

A 4. ábrán konkrétan azt a magas szintű felhasználói software rendszert mutatjuk be, amely az előzőekben vázolt diagnózis képzési folyamatot az ismertetett hardware konfiguráción, a tárgyalt alapsoftware eszköz segítségével realizálja.

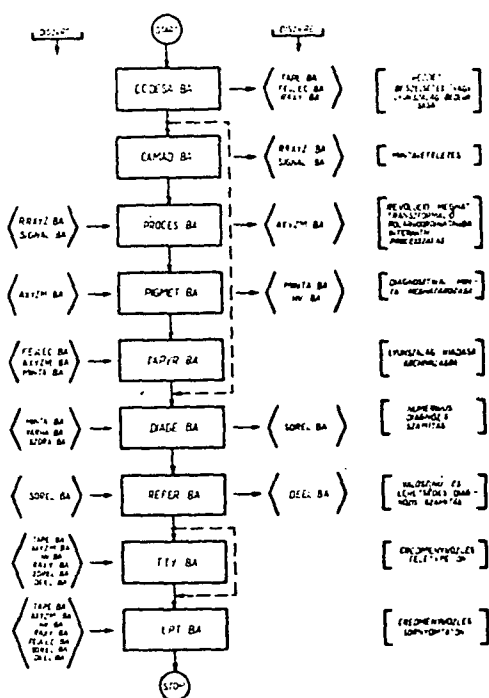
Az ábrán jól követhető a programrendszer diszorientált struktúrája, az adat és a program file-ok egységes kezelése, a programok közötti kommunikáció a diszken keresztül a programláncolás során, valamint az egyes programrészek legfőbb funkciója. Az egyszerű programszegmentálás és láncolás, valamint a real-time BASIC lehetőségei biztosították azt, hogy a programrendszer már egy kis hardware konfiguráción is egyáltalán létrehozható volt.

A rendszer sebességére nézve a tapasztalatok és a mérések alapján kedvező adatok közölhetők, pl. a diagnózis számítás "munkaigényes" műveletére, a futási idő csökkentésére tett lépések eredményeként, bővített aritmetikával kb. 30 s adódott.



3. ábra

A diagnózis képzés folyamata a célszerű hardware-software arány megválasztásához



4. ábra

Kisszámítógépes interaktív EKG diagnosztikai rendszer felhasználói software

Összefoglalás

A KFKI számítógépes kardiológiai profilu orvosbiológiai kutatásainak egyik lényeges közbülső célja egy kissetszámított interaktív EKG diagnosztikai rendszer laboratóriumi példányának létrehozása.

Ezen célkitűzés érdekében software oldalon kifejlesztésre került a REAL-TIME BASIC rendszer, mely segítségével - kihasználva az OS/i, az RTS/i és a CAMAC rendszerek nyújtotta lehetőségeket - különösebb számítástechnikai vagy műszaki képzettség nélkül is lehetővé vált a mérésadatgyűjtő és feldolgozó rendszer egység, magas szintű, teljes mélységű használata.

Rendszerteknikai oldalon, a hardware és a software funkciók célszerű megválasztásával vált lehetővé egy diagnosztikai alrendszer realizálása - már egy kis hardware konfiguráción is - valamint a hatékony interaktív kapcsolat, és a kardiológiai diagnosztikai terület eredményszolgáltatási formáival messzemenően kompatibilis megoldások alkalmazása.

Irodalom

- (1) Caceres, C.A.: How can the waveforms of a clinical electrocardiograms be measured automatically by a computer? IEEE BME, vol. 9, p. 21, 1962.
- (2) Zywiets, CHR., Schneider, B.: Computer application on ECG and VCG analysis. IFIP TC-4 Conf. on Comp. Appl. on ECG and VCG analysis, Hannover, 1971.
- (3) Okajima, M., Stark, L.: Computer pattern recognition techniques: some results with real electrocardiographic data. IEEE BME, vol. 10, p. 106, 1963.
- (4) Wartak, J.: A practical approach to automated diagnosis. IEEE BME, vol. 17, p. 37, 1970.

- (5) Bolyky, J., Kozmann, Gy., Szlávik, F.: A CAMAC rendszer alkalmazási lehetőségei orvosbiológiai mérésadatgyűjtő rendszerek kialakításában. IV. Orsz.El.Műszer- és Méréstechnikai Konf., 1976.
- (6) Szlávik, F., Antalóczy, Z., Kozmann, Gy., Bolyky, J., Maros, I.: Kiszámítógépes interaktív EKG diagnosztikai rendszerfejlesztés célkitűzései. Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában, 7. Kollokvium, Szeged, 1976.
- (7) Bolyky, J., Kozmann, Gy., Szlávik, F.: Kiszámítógépes fonokardiográfiai mérőrendszer fejlesztésének eredményei. Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában, 6. Kollokvium, Szeged, 1975.
- (8) Stuckenberg, H.J.: Has CAMAC a chance in medicine? CAM. BULL. issue 9, p. 29.